

КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Институт геологии и нефтегазовых технологий
Кафедра геологии нефти и газа имени академика А.А. Трофимука

Учебно-методическое пособие по курсу:
«Теоретические основы методов поиска и разведки нефтяных
и газовых месторождений»
Часть I.

**«ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОИСКОВО-РАЗВЕДОЧНЫХ
РАБОТ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СВЕРХВЯЗКОЙ НЕФТИ»**

УДК 550.812
ББК 26.343.1
В 67

Рекомендовано к изданию
Учебно-методической комиссией
Института геологии и нефтегазовых технологий
Протокол № 9 от 08.07.2019 г.

Заседания кафедры геологии нефти и газа
Протокол №9/19 от 28.05.2019 г.

Рецензенты

доктор геолого-минералогических наук, профессор **Успенский Б.В.**
доктор геолого-минералогических наук, **Гатиятуллин Н.С.**

Авторы

Волков Ю.В., Валеева С.Е., Лукьянова Р.Г., Мударисова Р.А.

Волков Ю.В.

В67 Учебно-методическое пособие «Теоретические основы поисково-разведочных работ месторождений сверхвязкой нефти» / Волков Ю.В., Валеева С.Е., Лукьянова Р.Г., Мударисова Р.А. – Казань: Казанский федеральный университет, 2019. – 47 с.

Учебно-методическое пособие составлено для бакалавров направления 05.03.01 «Геология», 21.03.01 «Нефтегазовое дело», магистров направления 05.04.01 «Геология», профиля подготовки «Геология и геохимия нефти и газа» и содержит подходы к изучению стадийности и этапности ГРП, которые можно применить при изучении дисциплин «Геология и геохимия горючих ископаемых», «Теоретические основы методов поиска и разведки нефтяных и газовых месторождений» рассматривающих указанные вопросы, а также при выполнении тематических рефератов, выпускных квалификационных работ.

УДК 550.812
ББК 26.343.1

© Казанский федеральный университет, 2019

СОДЕРЖАНИЕ

Список рисунков	4
Список сокращений	5
Введение	6
Задачи стадийности геологоразведочных работ	7
Основной принцип геологоразведочных работ по поиску и разведке месторождений СВН	10
Поисковая стадия разведки месторождений СВН	12
Стадия предварительной разведки месторождений СВН	16
Стадия детальной разведки залежей СВН	22
Разведочно-эксплуатационная стадия разведки месторождений СВН	27
Модель применения методики промышленной разведки месторождений СВН	28
Методические рекомендации по оптимизации проведения геологоразведочных работ на СВН	38
Заключение	41
Список литературы	42

СПИСОК РИСУНКОВ

Рис. 1. Основные принципы новой классификации запасов углеводородного сырья.....	12
Рис. 2. Схема формирования окислительно-восстановительной системы над залежью углеводородов.....	14
Рис. 3. Системы разведки.....	23
Рис. 4. Размещение разведочных скважин на крупных пластовых залежах	24
Рис. 5. Модель разведки Каменского месторождения СВН. Поисковая стадия.....	30
Рис. 6. Модель разведки Каменского месторождения СВН. Стадия предварительной разведки.....	31
Рис. 7. Модель разведки Каменского месторождения СВН. Стадия детальной разведки.....	33
Рис. 8. Результаты моделирования процесса разведки Каменского месторождения СВН.....	35
Рис. 9. Каменское месторождение СВН. Структурная карта по кровле песчаной пачки с нанесенным контуром залежи по итогам детальной разведки.....	37

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

СВН – сверхвязкая нефть

ПТВ – паротепловое воздействие

ГИС – геофизические исследования скважин

ГРР – геологоразведочные работы

ЕП – естественные электрические потенциалы

МП – магнитное поле

ГГХМ – газогеохимический метод

ВБК – водобитумный контакт

ВНК – водонефтяной контакт

РТ – республика Татарстан

А, В₁, В₂, С₁, С₂ – категории запасов углеводородов

ОВ – органическое вещество

ЭДС – электродвижущая сила

ОПЗ – обработка призабойной зоны

ТСР – технологическая схема разработки

ГКЗ – государственная комиссия по запасам полезных ископаемых РФ

ОПБ РНТЦ ВНИИнефть – отдел «Природные битумы» Регионального научно-технологического центра ВНИИнефть

ПБ – природный битум

УВ – углеводород

ППЭ – проект пробной эксплуатации

ВВЕДЕНИЕ

В связи с уменьшением объемов запасов традиционной нефти стали привлекать внимание месторождения тяжелой, сверхвязкой нефти и природных битумов, попадающие в разряд тяжелого нетрадиционного углеводородного сырья запасы которых соизмеримы с мировыми запасами легкой нефти.

Учебно-методическое пособие «Теоретические основы поисково-разведочных работ месторождений сверхвязкой нефти» состоит из четырех частей, в которых обучающиеся знакомятся со всеми элементами поисково-разведочного процесса – принципы размещения поисковых и разведочных скважин, собственно бурение и крепление скважин, опробование и испытание пластов, в т.ч. с паротепловым воздействием (ПТВ), исследования комплексом ГИС и др.

В представленном методическом пособии рассмотрена первая часть курса, которая включает в себя методические предложения по изучению стадий геологоразведочных работ (ГРР) на сверхвязкие нефти (СВН).

Цель занятий - планирование ГРР, изучение основ методов полевой геофизики для оценки контуров нефте- и битумоносности, геохимических методик для определения герметичности кровли продуктивного пласта и т.д.

Практическая часть работы по курсу «Теоретические основы поисково-разведочных работ месторождений сверхвязкой нефти» предусматривает выполнение студентами самостоятельных работ по составлению геолого-технических нарядов, планов на опробование и испытание пластов с ПТВ и т.д.

ЗАДАЧИ СТАДИЙНОСТИ ГЕОЛОГО-РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ

Задача 1. Выбор и опытно-методическое (промышленное) опробование геофизических методик для выявления и оценки контуров битумоносности пермского и казанского ярусов верхнепалеозойских отложений [1,4,18,19].

Основным, наиболее перспективным методом наземной площадной геофизики, является метод измерения естественных электрических потенциалов (ЕП) терригенно-карбонатных толщ осадочных горных пород в комплексе с измерением магнитного поля (МП). В рамках дисциплины предусматривается изучение методик ЕП и МП и получение практических навыков в работе.

Задача 2. Адаптация газогеохимического метода (ГГХМ) для оценки характера герметичности покрышки над залежью.

Предлагается использовать опыт работ на Мордово-Кармальской, Ягодной и Минсалиховской залежах, где определен комплекс показателей, характеризующих как герметичность кровли, так и исходный геохимический фон над залежью, с выявлением аномалий за контуром [2,3].

Задача 3. Последовательность проведения ГРР по поиску и разведке залежей СВН и оптимизация стадийности проведения работ [7,8,10].

Максимальная информация о залежи, как объекте разведки и ее промышленной значимости, определяется на самой ранней стадии изучения с целью минимизации затрат на бурение. Предусматривается самостоятельный анализ проводимых или рекомендованных исследований на определенных стадиях.

Разработка в виде нормативного документа на стадии курсовой или дипломной работы вариантов регламента стадийности ГРР учитывает изученность территории: структурное бурение, площадную геофизику (ЕП, МП), ГГХМ и, как вариант, рекомендуемый в комплекс ГРР – высокоточную гравиразведку.

Задача 4. Ознакомление с теоретическими основами и практическим применением георадиолокации, как метода оконтуривания пластовых сводовых водоплавающих залежей и залежей массивного типа [5].

Задача 5. Характеристика особенностей геологического строения залежей СВН республики Татарстан [12,19].

По наиболее изученной Черемшано-Ямашинской структурной зоне Южно-Татарского свода приводятся примеры разведанных и детально-разведанных месторождений и залежей СВН, анализируется характер осадконакопления (седиментация, современная тектоника) песков и песчаников уфимского яруса. Рассматривается гипсометрия, толщины, колебания абсолютных отметок семи условно выделенных участков для самостоятельной работы обучающихся.

Изучаются условия формирования залежей СВН как результат возможной вертикальной миграции нефтей из карбона вследствие тектонической перестройки и оживления разломов кристаллического фундамента и деформации пород осадочного чехла с усилением их трещиноватости.

Задача 6. Изучение основных характеристик битумонасыщенного пласта.

Выделяются зоны по степени битумонасыщенности. Определяются значения пористости, проницаемости и глинистости, карбонатность разреза, гранулометрический состав пород. Строятся гистограммы основных параметров коллекторов, определенные по керну, и проводится сопоставление их с параметрами на каротажных диаграммах (ГИС).

Литологическая привязка коллекторов по разрезу. Практическая работа обучающихся с керном. Определение и обоснование водо-битумного контакта [11,13,14].

Задача 7. Типизация скоплений природных битумов песчаной пачки шешминского горизонта уфимского яруса.

Основные характеристики, определяющие методику поисково-разведочных работ и промышленную значимость месторождения: морфология ловушек, литологические осложнения, фазовое состояние флюидов, количество битумонасыщенных пластов.

Это одна из наиболее сложных и объемных задач на стадии ГРП, т.к. изложение строится на анализе всех типов существующих залежей и месторождений СВН: ловушки полного контура, литологически и стратиграфически осложненные залежи с лито-фациальными изменениями, затронутые преднеогеновыми врезами.

Отдельно выделяются залежи с особенностями фазового и гравитационного распределения флюидов (газ, нефть, вода) по пласту. Изучаются факторы неоднородности коллектора: наличие двух битумонасыщенных пластов с плотностным разделом.

В итоге решения задачи 7 отмечается следующее:

1. Залежи пластовые сводовые с вариантами;
2. Залежи по соотношению флюидов: с газовой шапкой, с растворенным газом, с интенсивно насыщенным СВН пластом;
3. Залежи с ВБК и без ВБК;
4. Из-за гипергенных процессов залежи с многообразными формами взаимоотношений;
5. Залежи, залегающие выше местного базиса эрозии;
6. Залежи с выходом на дневную поверхность, разрушенные;
7. Залежи, находящиеся в стадии разрушения.

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ ПО ПОИСКУ И РАЗВЕДКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СВН

Вышеперечисленные задачи ГРР в обзорном плане позволят обучающимся закрепить материал как лекционный, так и освоенный на практических занятиях и чётко представить себе целесообразность разделения геологоразведочного процесса на стадии: поисковая, предварительная, детальной разведки, разведочно-эксплуатационная.

В этом разделе обосновывается положение о необходимости введения определенной стратегии освоения месторождений СВН. Перечень решаемых задач при ГРР позволяет утверждать, что месторождения СВН Татарстана являются специфическим объектом, что выражается как в геологических особенностях строения битумоносной формации, так и в крайнем разнообразии форм залежей и условий локализации месторождений СВН. Это является серьезным основанием к отнесению месторождения СВН к классу нетрадиционных объектов, что требует применения для их освоения определенной стратегии проведения поисковых, разведочных и эксплуатационных работ. Известно, что для оценки традиционных объектов углеводородов используется практика последовательной реализации отдельных стадий оценочных работ. Длительное время эта схема применялась и на месторождениях СВН Татарстана, однако, в условиях современной рыночной экономики такая последовательная схема реализации стадий освоения оказалась нерентабельной. В этом разделе отражены новые подходы к стадийности освоения битумных залежей, заключающиеся в экономически обоснованном перекрытии стадий, с последующей корректировкой работ и в широком внедрении опытно-промышленных эксплуатационных работ при последующем выборе оптимальной системы разработки.

Приведенный обзор состояния изученности территории Татарстана на нефте- и битумоносность позволяет перейти к разработке гибкой методики оценки и промышленной разведки месторождений СВН РТ.

Методика предусматривает четырехстадийный процесс проведения геологоразведочных работ на залежах СВН и включает поисковую, предварительную, детальную и разведочно-эксплуатационную стадии разведки.

1. Поисковая стадия имеет целью выявление месторождения (залежи) СВН и заканчивается принятием решения о целесообразности продолжения разведочных работ на ней.

2. Стадия предварительной разведки предусматривает геолого-экономическую оценку месторождения и решение вопроса о его промышленной значимости. Оцениваются запасы нефти по категориям C_1 и C_2 и составляется проект пробной эксплуатации месторождения (рис. 1).

3. Стадия детальной разведки обеспечивает оценку запасов залежи по категориям B_1 и B_2 и составление технологической схемы разработки месторождения.

4. Разведочно-эксплуатационная стадия имеет целью подготовку геологических запасов по категориям A , B_1 и B_2 и заканчивается проектом разработки месторождения (залежи) СВН.

Вопросы для самоконтроля:

1. В чем проявляется специфика поисково-разведочных работ по выявлению месторождений сверхвязких нефтей?
2. «Гибкая стратегия поисково-разведочных работ» - поясните отличие её от традиционно применяемой системы стадийности.
3. Отличия Классификации запасов..., 2013 г. от Временной классификации..., 2001 г.

ПОИСКОВАЯ СТАДИЯ РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СВН.

Задачами, решаемыми на поисковой стадии, являются:

- 1) изучение геологического строения площади, подготовленной структурным или иными видами бурения, геофизическими методами и оцениваемой, как потенциально битумоносной;
- 2) выявление в разрезе пермских отложений коллекторов и покрышек, выявление продуктивных горизонтов;
- 3) оценка контура битумоносности методами полевой геофизики;

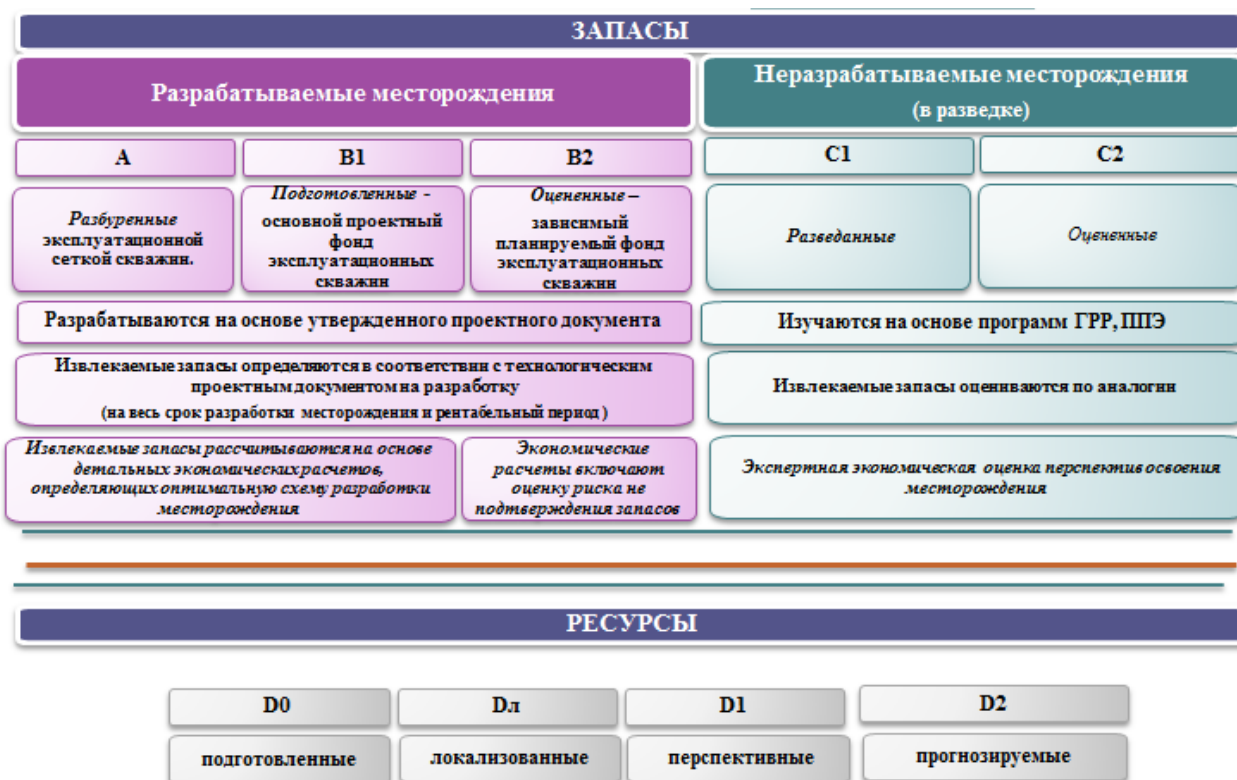


Рис. 1. Основные принципы новой классификации запасов углеводородного сырья

*здесь и далее приводится категоричность запасов нефти, согласно положениям новой «Классификации запасов и ресурсов нефти и горючих газов», утвержденной приказом Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации №477 от 01.11.2013г.

4) предварительная оценка герметичности перекрывающих залежь отложений;

5) предварительная оценка подсчетных параметров выявленных залежей и оценка ресурсов и запасов по категориям C_1 , C_2 и C_3 .

Специфика указанной стадии заключается в том, что необходимо предусматривать:

1) Анализ результатов предшествующего структурного бурения (исследования керна и ГИС), на которое, помимо основной, возлагалась попутная задача выявления скоплений СВН, а также всех иных видов буровых работ, проведенных на изучаемой площади. По результатам анализа строится структурная карта изучаемого поднятия СВН;

2) Проведение площадных геофизических работ методами естественных электрических потенциалов (ЕП) и магнитного поля (МП) для определения контура битумоносности.

Естественные электрические поля, характеризующие границы залежи, имеют окислительно-восстановительную природу и обусловлены наличием в битумовмещающих породах минералов, обладающих повышенной электрической проводимостью, находящихся в контакте с пластовыми водами различной электрохимической активности. Основным минералом битумной залежи, обладающим повышенной электрической проводимостью, является пирит. В меньшей степени представлены пирротин, марказит, а также нерастворимое органическое вещество (ОВ). Внутриконтурные воды залежи СВН - гидрокарбонатно-натриевого типа (щелочные), характеризующиеся значениями $pH=8-11$. Контурные воды - сульфатные, $pH=5-7$. В центральной части залежи, находящейся в контакте с щелочными водами в присутствии сероводорода, происходят восстановительные реакции, сопровождающиеся присоединением электронов и уменьшением валентности электронных проводников. За счет этого основная часть залежи приобретает отрицательный потенциал. Краевая часть залежи находится под воздействием сульфатных вод и претерпевает окисленные превращения, сопровождающиеся отдачей электронов и увеличением валентности

электронных проводников, за счет чего приобретает положительный потенциал. Возникающая разность потенциалов обуславливает возникновение электродвижущей силы (ЭДС) наземные проявления которой (ЕП) регистрируются на дневной поверхности (рис. 2).

Геомагнитные модели пластов СВН определяются магнитными зависимостями, характерными для нефтегазовых месторождений.

3) Проведение площадной геохимической съемки, которая позволяет оценивать первое приближение герметичности перекрывающих залежь отложений, газоносность и пути миграции газов, экологические проявления внутрипластовых процессов в приповерхностной зоне при разработке залежей.

Решение вопроса о герметичности покрышки, разделяющей битумный пласт и подземные воды питьевого назначения, позволит определить:

- а) целесообразность проведения дальнейших разведочных работ;

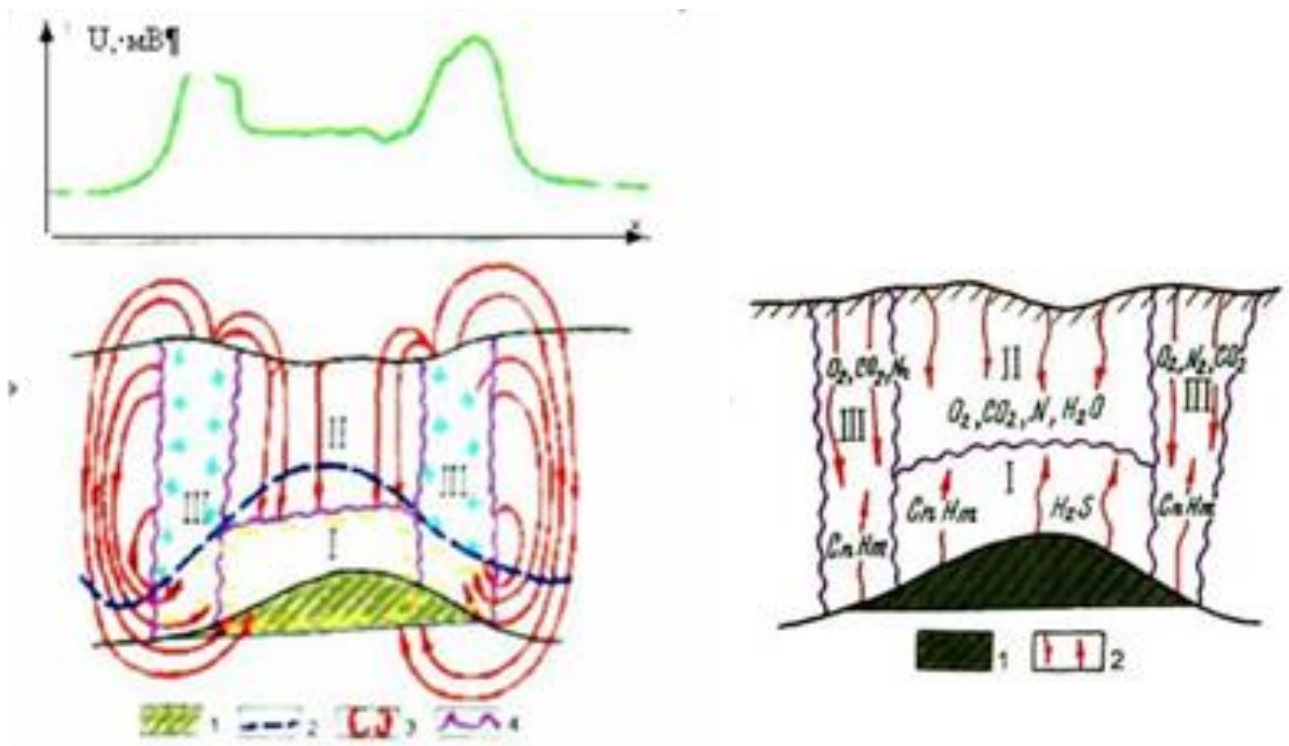


Рис. 2. Схема формирования окислительно-восстановительной системы над залежью углеводородов (Швыдкин Э.К., 2000 г.)

б) перспективность применения скважинных способов разработки залежи.

При оценке покрышки залежи как герметичной, съемка определяет естественное (фоновое) распределение геохимических показателей над залежью, изменение которого при разработке укажет на экологически опасные участки и позволит своевременно вносить коррективы в технологию добычи.

4) работы по п.п. 1 и 2 проводятся в процессе разработки проекта геологоразведочных работ, так как их результаты являются основой для составления прогнозной системы разработки залежи и соответствующей сетки прогнозных скважин. Проект ГРР должен предусматривать бурение не менее 2 поисковых скважин с полным отбором керна, проведением комплекса ГИС, испытанием их на приток на естественном режиме и с паротепловым воздействием.

Вопросы для самоконтроля:

1. Возможно ли комплексирование работ на стадии поиска залежей СВН?
2. Физический смысл применяемых при поиске месторождений СВН площадных геофизических методов. Что доказывают методы ЕП и МП?
3. Какой основной фактор наличия залежи УВ? Чем он определяется для залежей СВН на поисковой стадии?
4. В каком документе обосновывают решение задач на поисковой стадии работ?

СТАДИЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ (ЗАЛЕЖЕЙ) СВН

Стадия должна характеризоваться решением следующих задач:

- 1) уточнение строения и выявление типов залежей СВН;
- 2) корректировка контуров залежи с учетом новых данных;
- 3) выявление общих трендов изменения структурных, резервуарных, режимных и подсчетных параметров;
- 4) оценка запасов по категориям C_1 и C_2 и предварительное определение условий пробной эксплуатации залежи.

Комплекс геолого-технологических мероприятий на стадии предварительной разведки обеспечивает:

- 1) составление предварительной геологической модели строения месторождения (залежи СВН);
- 2) проведение геолого-экономической оценки месторождения (залежи),
- 3) принятие решения о целесообразности продолжения геологоразведочных работ на изучаемом месторождении (залежи) СВН.

Основанием для проведения предварительной разведки залежи СВН является проект ГРП, содержащий сведения с учетом уровня знаний о залежи, полученных на поисковой стадии разведки. Основой для составления проекта предварительной разведки является структурная карта по кровле продуктивного пласта (или же хорошо прослеживающегося ближайшего репера - «средне-спириферового известняка» - расположенного не выше 10м от его кровли) с нанесенным по результатам съемки ЕП и МП предварительным контуром битумоносности. Анализом этой карты с учетом материалов предшествующих работ определяется количество и система расположения разведочных скважин. Число разведочных скважин определяется наличием и количеством выделяемых на структурном плане экстремальных точек, где наиболее значимые показатели залежи (толщина, битумонасыщенность и др.) имеют экстремальное значение или меняют знак приращения. Для ловушки простого строения (одно-

купольное локальное поднятие) пластового сводового типа характерно пять экстремальных точек - одна в наиболее высокой части купола и четыре – в точках пересечения осей структуры с замыкающей изогипсой.

Рекомендуемый порядок ввода разведочных скважин в бурение - от свода к крылу. Первая разведочная скважина располагается на крутом крыле, вторая разведочная скважина планируется на крутой периклинали, третья - на пологой периклинали залежи. Последняя (четвертая) скважина должна находиться в районе предполагаемого контура залежи битумов.

В разведочных скважинах предусматривается проведение специальных **гидрогеологических исследований** и гидрохимических анализов. Для решения гидрогеологических задач в интервалах залегания подземных вод питьевого назначения допустимо заложение специальных скважин, не вскрывающих продуктивный пласт.

Гидрогеологическими исследованиями должны быть выявлены и изучены основные водоносные горизонты, которые:

а) могут участвовать в обводнении залежи;

б) являются потенциальными объектами загрязнения продуктами разработки битумного пласта. По каждому водоносному горизонту необходимо установить его толщину, литологический состав, типы коллекторов, условия питания, взаимосвязь с другими водоносными горизонтами и поверхностными водами, положение уровней подземных вод и другие параметры, необходимые для расчёта возможных водопритоков.

Необходимо установить:

- глубинные отбивки ВБК;

- фильтрационные, коллекторские и водоупорные свойства слагающих битумонасыщенных пород, а также перекрывающих и подстилающих отложений, химический и газовый состав подземных вод, их изменения по площади и разрезу, температуру подземных вод;

- гидрогеологические параметры: водопроницаемость и пьезопроводность, а также их изменение по площади и разрезу;

- наличие крупных водопроводящих систем и макропустот (карстовых полостей, зон дробления и др.);
- возможные изменения гидродинамических условий залежей.

Конкретные объекты испытаний назначаются по имеющимся данным керна и ГИС. По каждому водоносному горизонту предусматривается весь комплекс гидрогеологических исследований с отбором проб для последующего изучения химического состава на питьевую и техническую пригодность, содержание растворенного газа, агрессивность к металлу, цементу и другим элементам нефтедобывающего оборудования.

Буровое оборудование и инструмент, режимы и технология бурения, способы и технология крепления скважин, объёмы и методы производимых исследований, а также испытание скважин на приток будет изложено во второй части курса «Стадии и технологии в изучении месторождений сверхвязких нефтей: бурение».

Предварительная стадия разведочных работ завершается составлением геологического отчёта, в котором отражается суммарный уровень знаний о залежи, накопленный в результате проведения предварительной и предшествующих стадий разведки. Текстовая часть отчёта должна содержать сведения о всех выявленных деталях условий залегания, особенностей строения изучаемой залежи, а также об объемах, качестве и результатах проведённых исследований.

В графической части должны быть представлены:

- 1) топографическая основа масштаба 1:5000 и 1:10000 в местной системе координат с нанесением по данным инструментальной съёмки по состоянию на дату завершения работ особенностей рельефа, всех построек, линий электро- и водоснабжения, путепроводов, дорог, всех пробуренных скважин различных категорий и назначения, включая и глубокие скважины на нефть;
- 2) структурная карта по кровле продуктивного пласта масштаба 1:10000;
- 3) карта толщин коллекторов продуктивной части пласта масштаба 1:10000;

4) карта битумонасыщенных толщин продуктивного пласта масштаба 1:10000;

5) геологические профили залежи по простиранию и вкрест простирания зон повышенных толщин продуктивного пласта;

6) геологические разрезы всех пробуренных скважин в масштабах 1:200 и 1:500 с привязкой описания керна, лабораторных исследований коллекторских свойств (пористость, проницаемость, битумонасыщенность, глинистость, карбонатность), интервалов и результатов испытаний и пробной эксплуатации на естественном режиме и с применением ОПЗ теплоносителем;

7) весь проведенный комплекс ГИС с заключениями;

8) таблицы с результатами лабораторных исследований коллекторских свойств образцов керна (пористость, проницаемость, битумонасыщенность, глинистость, карбонатность);

9) акты на перфорацию продуктивного пласта с указанием плотности прострела;

10) акты испытаний на приток пластовых флюидов и пробной эксплуатации на естественном режиме и с применением обработки призабойной зоны (ОПЗ) теплоносителем;

11) кривые восстановления уровня;

12) результаты замеров пластовых давлений и температуры;

13) таблицы результатов лабораторных исследований проб сверхвязких нефтей, отобранных до и после применения ОПЗ теплоносителем, при которых должны быть определены в стандартных и пластовых условиях:

- фракционный и групповой состав флюидов;

- содержание (в процентах по объёму и по массе) масел, смол (отдельно силикагелевых и спиртобензольных), асфальтенов, парафинов, серы и металлов;

- плотность, вязкость флюидов;

- газосодержание, растворимость газа и битума (нефти);

- изменение объёма, плотности и вязкости битумов (нефти) при различных температурах (20°, 50°, 100°C) и давлений;
- коэффициент упругости битума;
- температуры плавления и застывания битума;
- качество битумов (нефти) в соответствии с требованиями действующих стандартов и технических условий;

14) таблицы результатов лабораторных исследований свободного и растворенного газа, включающие определение относительной плотности (по воздуху), теплоты сгорания, химического состава;

15) таблицы результатов гидрогеологических исследований основных водоносных горизонтов;

16) таблицы результатов анализов химического состава, физических свойств проб пластовой воды из водоносных горизонтов, бактериологического состояния вод, их агрессивности по отношению к цементу, металлу, оборудованию; определения содержащихся полезных компонентов и вредных примесей; оценки возможности использования вод для водоснабжения, а также влияния их дренажа на действующие в районе месторождения водозаборы;

17) таблицы инженерно-геологических исследований, включающие результаты изучения физико-химических свойств битумонасыщенных пород, вмещающих и перекрывающих отложений;

18) таблицы результатов анализов проб почвы, грунтов, воздуха, воды из родников, ручьёв и рек;

19) таблицы отбивок кровли, подошвы и толщин битумонасыщенного пласта с выделением зон повышенного и пониженного битумосодержания по результатам исследований керн и заключений ГИС;

20) таблицы отбивок водо-битумного (водо-нефтяного) контакта по результатам исследований керн и заключений ГИС.

В геологическом отчёте должен быть проведён анализ, определяющий соответствие полученных знаний критериям завершённости предварительной стадии разведочных работ на залежи СВН.

По результатам предварительной разведки строятся подсчётные планы и определяются запасы по категориям C_1 и C_2 , зависящие от степени изученности участка бурением.

Геолого-экономическая значимость месторождений СВН является объектом отдельного изучения и в настоящем методическом пособии не рассматривается, но геологический отчет должен быть завершён экономической оценкой с использованием показателей эффективности по удельной прибыли.

Вопросы для самоконтроля:

1. По каким данным оценивается качество проведенных работ на стадии предварительной разведки?

2. Чем руководствуются при размещении разведочных скважин? От чего зависит число (количество) скважин и последовательность их бурения?

3. С чем связано пристальное внимание к гидрогеологическим исследованиям залежей (месторождений) СВН и водонасыщенных горизонтов, вскрытых бурением?

4. Перечислите задачи, решаемые на стадии предварительной разведки.

СТАДИЯ ДЕТАЛЬНОЙ РАЗВЕДКИ ЗАЛЕЖЕЙ СВН

Предшествующие детальной разведке стадии (поисковая и предварительная) характеризуются относительно ограниченным набором параметров и показателей, необходимых для оптимизации планирования и проведения буровых работ. При постановке детальной разведки необходимо учитывать несоизмеримо большее количество факторов, обусловленных объёмом знаний о залежи, накопленных по результатам предыдущих стадий и необходимых объёмов бурения при их максимальной информативности. Поэтому, если для поисковой и предварительной стадий возможна достаточно жёсткая регламентация всех видов работ, то планирование детальной разведки полностью зависит от конкретных условий, определяющих залежь как объект разведки. Исходя из перечисленного, ниже приведены обязательные мероприятия по постановке разведки, общие для всех залежей. В условиях юго-востока Татарстана этап детальной (её иногда называют «промышленной») разведки наиболее ответственный, так как почти все залежи и месторождения СВН были выявлены в процессе работ, которым не свойственны разведочные функции и требования к найденным, предварительно опосредованным ловушкам, естественно, не выполнялись. Поэтому, ниже перечислены задачи этапа детальной разведки для достижения определённых целей:

- 1) уточнение типа и строения ловушек, содержащих залежи СВН;
- 2) установление контуров залежей и положения ВБК в пределах залежей;
- 3) уточнение качества, системы расположения скважин и плотности разведочной сетки скважин;
- 4) оценка параметров, обеспечивающих определение способа разработки месторождения, обоснование коэффициента битумоотдачи (нефтеотдачи);
- 5) выявление закономерностей изменения подсчётных параметров. Общие принципы изучения и подсчета запасов СВН на стадии детальной разведки изложены в нормативных документах.

Минимально необходимое количество скважин для стадии детальной разведки прогнозируется по данным анализа зависимостей между количеством скважин, достаточных для разведки месторождения.

Выбор рациональной системы расположения скважин определяется характером геологического строения месторождения и изменчивостью параметров залежи. В общем случае выбор производится из ползущей и сгущающейся системы размещения (рис. 3) и их разновидностей: профильной, кольцевой, треугольной и др., относящихся к равномерным сеткам (рис. 4), а также смешанных систем расположения скважин. В последнем варианте скважины размещаются на основе анализа карт изменения параметров, удельных запасов СВН на 1 км² залежи в зонах максимальной и наименьшей информативности этих полей. В условиях недостаточной информации о закономерностях подсчётных параметров залежи наиболее информативна профильная система разведки, при которой расстояния между профилями больше, чем расстояния между скважинами в профилях.

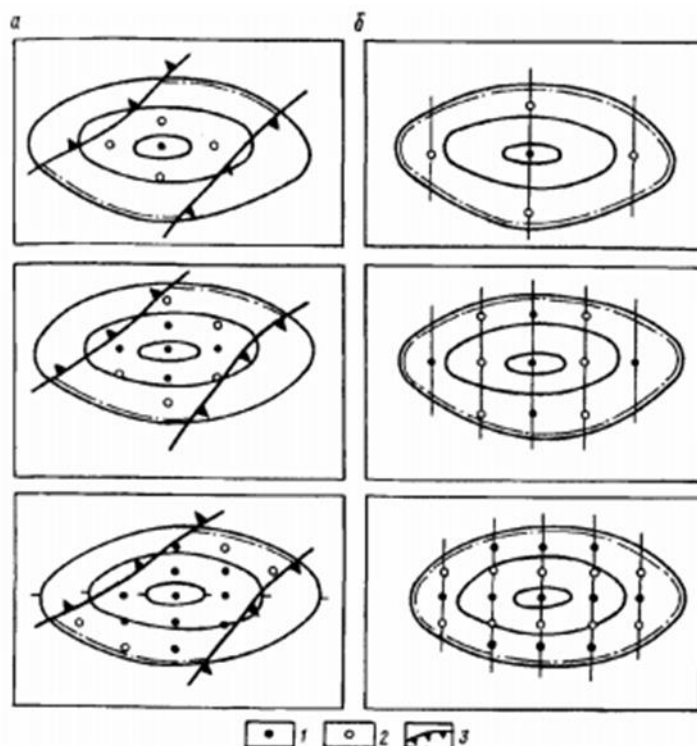


Рис. 3. Системы разведки: а - ползущая; б - сгущающаяся.

Разведочные скважины: 1 - пробуренные; 2 – проектные; 3 - линия литологического замещения пород-коллекторов

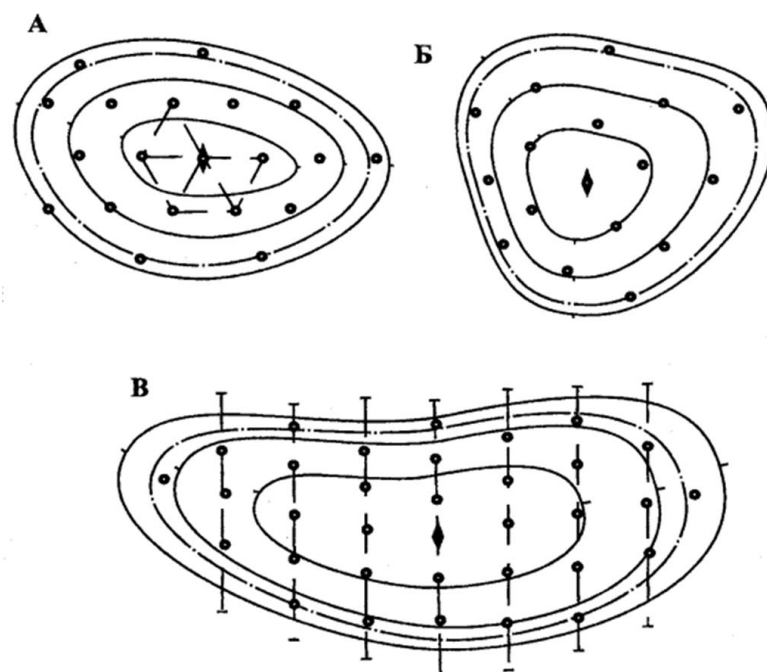


Рис. 4. Размещение разведочных скважин на крупных пластовых залежах: А - по треугольной; Б - по кольцевой, В – по профильной системам

Графики стабилизации строят по результатам бурения трёх-четырёх скважин и наращивают по мере получения результатов по каждой последующей скважине. Для построения графиков стабилизации необходимо выбрать параметры, обладающие значительным информационным весом.

Наиболее информационным параметром, по данным проведённых исследований, является площадь нефтеносности и толщина продуктивного пласта. Первая рабочая гипотеза параметров разведываемой залежи СВН определяется результатами структурного бурения и наземных геофизических методов. Они же оказывают решающее воздействие на формирование системы размещения поисковых и разведочных скважин.

Количество объектов испытания определяется из положения, что для получения эксплуатационной характеристики каждой залежи, имеющей промышленное значение, необходимо проводить поинтервальное испытание на приток продуктивных пластов, находящихся на различных гипсометрических отметках в различных частях залежей (в прикупольной, приконтурной и так далее).

Методика испытания битумных отложений с учётом геологического строения месторождения СВН изложена ниже.

Стадия детальной разведки месторождения (залежи) СВН считается завершенной, когда:

1) с заданной точностью определены основные подсчётные параметры и технологические характеристики объекта разработки;

2) выявлены все залежи в разрезе месторождения и обосновано количество разведочных объектов;

3) установлены контуры залежей и межфазовые разделы;

4) установлено положение ВБК (ВНК) для всех залежей в общем виде;

5) при наличии различного вида экранов и размывов установлены их положения в нескольких точках;

б) установлены общие закономерности изменения структурных, резервуарных и режимных параметров по базисной залежи. Дальнейшее заложение разведочных скважин является нецелесообразным, если полученная информация по ним отражается на состоянии основных подсчётных параметров лишь в пределах допустимых погрешностей.

По результатам детальной разведки производится обоснование коэффициента нефтеизвлечения, эффективности поисково-разведочных работ, производится геолого-экономическая оценка месторождения, подсчитываются запасы битумов и попутных компонентов по категориям B_1 и B_2 и составляется технологическая схема разработки месторождения (ТСР).

В процессе проведения лекционного курса по теме «Детальная разведка» обучающиеся выполняют практическое задание по определению на конкретных примерах (залежах, месторождениях СВН) расчёта оптимального количества скважин на стадии предварительной разведки – N_n , минимального количества скважин на стадии детальной разведки – N_d , резервного количества скважин – N_r .

Практические задания предусматривают также определение расстояния между профилями бурения – 1 п.

Вопросы для самоконтроля:

1. Можно ли стадию детальной разведки охарактеризовать как уточняющую? Каковы задачи стадии детальной разведки?
2. Что предшествует выбору объектов испытания (исследования) продуктивных интервалов в пробуренных скважинах?
3. В чем специфичность стадии детальной разведки?
4. Какие основные геологические и технологические документы составляются на основании данных, полученных на стадии детальной разведки?

РАЗВЕДОЧНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ СТАДИЯ РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СВН

Целью проведения разведочно-эксплуатационной стадии является подготовка запасов залежи по категориям АВ₁ в объёме 80% от суммарных запасов категорий АВ₁ и В₂.

На разведочно-эксплуатационной стадии решаются следующие задачи:

- 1) детальное изучение отдельных зон битумоносности залежей с их интервальным испытанием для оценки промышленной значимости каждого интервала продуктивного горизонта;
- 2) уточнение контуров битумоносности и положения ВБК (ВНК);
- 3) получение дополнительных сведений о структурных особенностях месторождения;
- 4) подготовка геологических запасов высоких промышленных категорий;
- 5) получение эксплуатационных характеристик залежей и обоснование коэффициента битумонефтеизвлечения;

На разведочно-эксплуатационной стадии основные объёмы информации, необходимые для подготовки запасов по категории АВ₁, получают за счёт опережающего эксплуатационного бурения.

Все бурение на разведочно-эксплуатационной стадии должно производиться в соответствии с принятой для залежи эксплуатационной сеткой и обязательно в пределах контура битумоносности.

Завершается многостадийный поисково-разведочный этап геологоразведочных работ на месторождении СВН составлением проекта его разработки.

Вопросы для самоконтроля:

1. Можно ли обойтись без разведочно-эксплуатационной стадии при подготовке залежи (месторождения) к промышленной эксплуатации?

МОДЕЛЬ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДИКИ ПРОМЫШЛЕННОЙ РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СВН

При определенных условиях выполнения всех стадий ГРП, изложенных выше, на полученном материале проведено моделирование процесса разведочных работ на примере Каменского месторождения СВН [20, 21, 22].

Каменское месторождение приурочено к песчаной пачке шешминского горизонта уфимского яруса, пластового сводового типа. Доразведочные работы на месторождении были проведены в 1993 году, подсчёт запасов с целью представления запасов в ГКЗ РФ выполнен лабораторией геологии ПБ РНТЦ ВНИ-Инефть в 1996 году.

Суть моделирования заключалась в проектировании геологоразведочных работ и в поэтапном сравнении работ, исходя из знания геологического строения фактически детально разведанного месторождения СВН.

Основой для постановки поисков в районе Каменского месторождения СВН послужили результаты структурного бурения на одноименной площади, на которое была возложена задача попутных поисков залежей СВН. Проведенные работы позволили выявить в общем виде структурные планы по основным стратиграфическим горизонтам пермских отложений (казанскому, уфимскому, сакмарскому) и получить первые представления о битумоносности разреза.

Скв.8036 вскрыла песчаную пачку уфимского яруса толщиной 27 м с интенсивной пропиткой битумом в интервале 82-94 м по документации керна. В скв. 8086, пробуренной без отбора керна, толщина песчаной пачки составляет 36 м. Всего в 1976 году в районе Каменского битумного участка было пробурено 14 структурных скважин, из них с отбором керна - 9 скважин. В четырёх скважинах вскрыты битумонасыщенные интервалы толщиной от 1,6 до 5,7 м. Исходя из имеющего фактического материала, была принята юго-западно-северо-восточная ориентировка седиментационной структуры, с которой генетически связана залежь СВН.

На стадии поисков, до проведения поискового бурения, комплекс ГРР должен включать прямые геофизические методы. Поэтому будет естественным, при моделировании, геофизические исследования, проведённые в 1985 году на Каменском месторождении, рассматривать в комплексе с результатами структурного бурения 1976 года.

При выборе мест заложения поисковых скважин следует руководствоваться следующими соображениями:

Во-первых, северо-восточная ориентировка аномалий естественной поляризации (ЕП) коллекторов, совместно с установленным фактом преимущественной ориентировки в этом же направлении песчаных гряд, с которыми связаны залежи СВН уфимского яруса, обязывает предположить аналогичное направление залегания Каменской залежи.

Во-вторых, эти же данные, в комплексе со сведениями о геологическом строении района, позволяют предположить, что битумопроявления по скв. 8083 и 112 связаны с песчаными грядами, субпараллельными гряде, к которой приурочена залежь Каменского месторождения.

Уточнённая по анализам кернa кондиционная битумонасыщенная толщина отложений песчаной пачки по скв. 8036 составила 4,4 м.

Исходя из структурного плана и учитывая вышеприведённые соображения, первая поисковая скважина, согласно модели, проектируется в центральной части аномалии ЕП, выявленной в районе скв.8086. Согласно проведённой к настоящему времени детальной разведки месторождения, скважина должна вскрыть битумоносные отложения толщиной около 11 м. В скважине проводятся пообъектное испытание на приток флюидов как на естественном режиме, так и с ОПЗ теплоносителем.

Вторая поисковая скважина закладывается в центральной части аномалии с амплитудой 160 мВ в 500 м южнее структурной скв.176.

Критерием завершения поисковой стадии явится получение промышленных притоков СВН из скважин 1, 2 и поэтому бурение дополнительных поисковых скважин не предусматривается.

Основой для проектирования предварительной разведки является структурная карта по кровле продуктивного горизонта с предварительно нанесённым контуром битумоносности с учётом поисковых скважин (рис. 5).

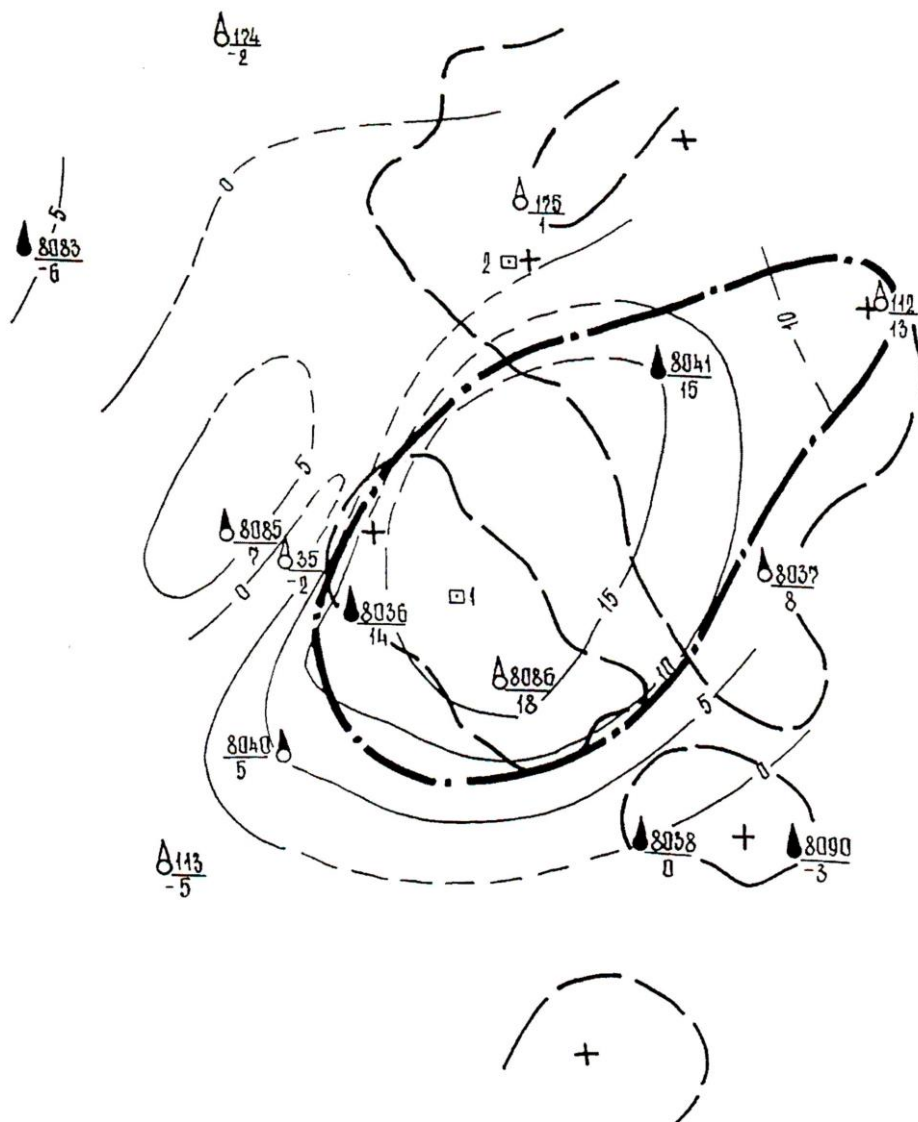


Рис. 5. Модель разведки Каменского месторождения СВН. Поисковая стадия:

- 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 -

1. Скважина структурная, пробуренная; 2. Скважина с отбором керна в песчаной пачке уфимского яруса; 3. Скважина со вскрытыми кондиционно битумонасыщенными интервалами в песчаной пачке; 4. Скважина теоретически

поисковая; 5. Изогипсы кровли песчаной пачки уфимского яруса; 6. Прогнозируемый контур битуминозности; 7. Контур геофизической аномалии по ЕП; 8. Центры геофизических аномалий.

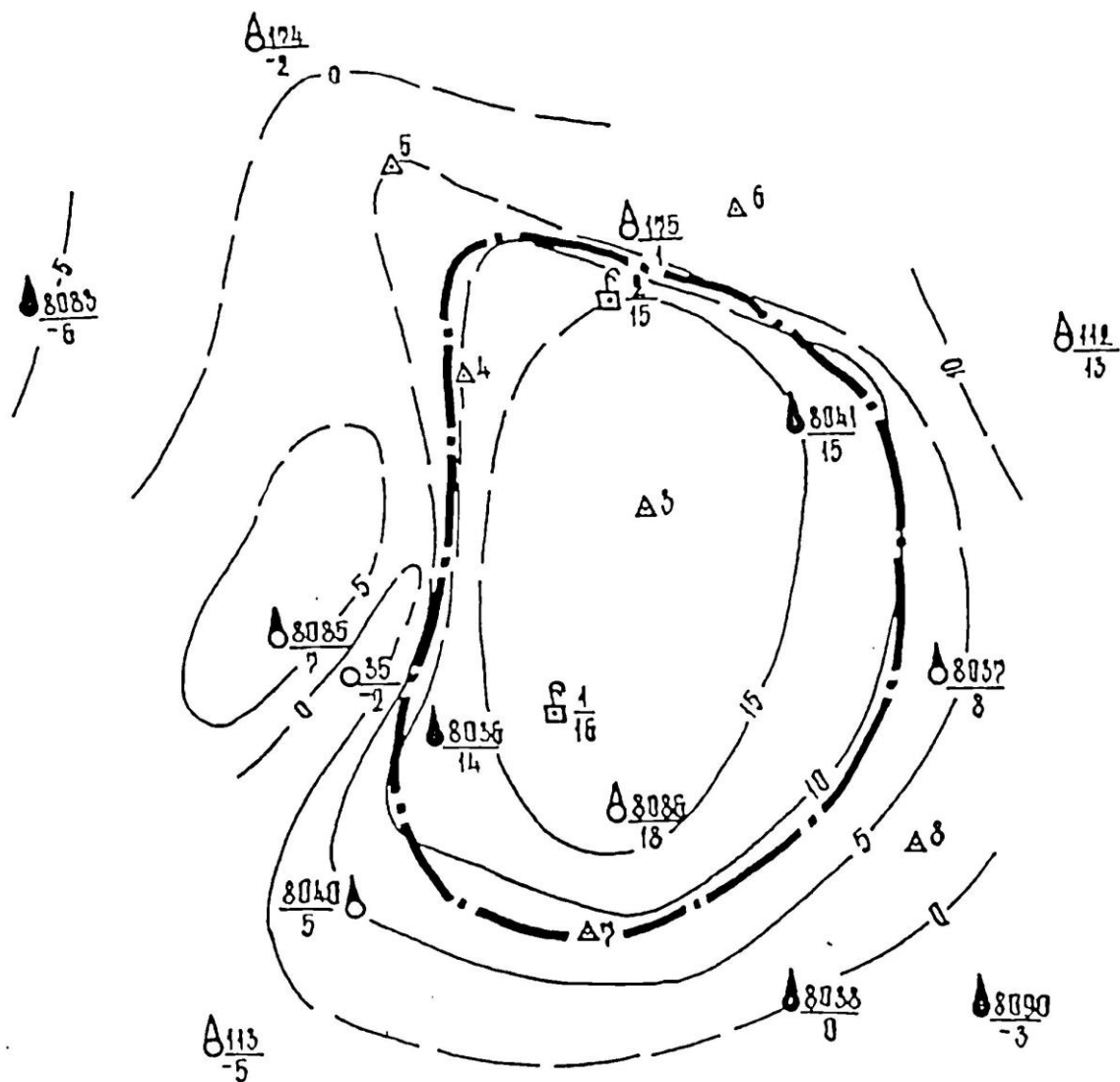
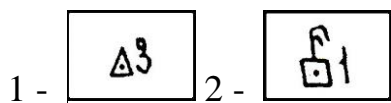


Рис. 6. Модель разведки Каменского месторождения СВН. Стадия предварительной разведки:



1. Теоретическая скважина предварительной разведки; 2. Скважина испытательная. Остальные условные обозначения на рисунке 5.

С целью уточнения расположения разведочных скважин на стадии предварительной разведки, необходимо определить количество экстремальных точек. Для этого необходимо, в первую очередь, пробурить скв. 3, расположенную в центральной части площадки, ограниченной изогипсой 15 м (рис. 6). Это даёт возможность определить, является ли седиментационная положительная структура, с которой генетически и пространственно связана залежь Каменского месторождения, однокупольной или двухкупольной. В пользу последнего будет свидетельствовать абсолютная отметка по кровле пласта в скв. 35 и заметно меньшие толщины песчаной пачки по скв. 35 и 8041 в сравнении со скв. 1, 2.

Данные детальной разведки свидетельствуют, что абсолютная отметка по кровле песчаной пачки по разведочной скв. 3 составит около 10 м, что предполагает наличие двух равнозначных по амплитуде куполов (южного и северного) в пределах поднятия. Отсюда количество скважин предварительной разведки, определённое по расчёту составит 6. К экстремальным точкам, бурение в которых не целесообразно по результатам ранее проведённых работ, отнесено западное крыло южного купола, где пробурена скв. 8036 с отбором керна и лабораторными исследованиями его на коллекторские свойства (рис. 6).

Структурное положение скважин определено, исходя из предполагаемой высоты залежи и средней толщины битумного пласта. Определение положения скважин производилось отдельно для южного и северного куполов.

Принятая система расположения скважин позволяет соблюдать принцип относительно равной достоверности при разведке месторождения.

При проведении разведки для определения видов и объемов необходимых исследований и замеров следует руководствоваться положениями нормативных документов.

Исходя из принципов рациональной полноты исследований и наименьших затрат труда и времени, необходимо провести испытание продуктивного пласта на приток пластовых битумов в различных геологических условиях. Поэтому, кроме проведённого опробования в поисковых скважинах 1, 2 аналогичные работы предусмотрены в скв. 4, 7, 8.

Намеченные работы позволят решить основную задачу предварительной разведки и рекомендовать по результатам геолого-экономической оценки месторождения к детальной разведке.

Структурная карта по кровле песчаной пачки с нанесенным контуром залежи СВН по материалам предварительной разведки является основой для моделирования стадии детальной разведки (рис. 7).

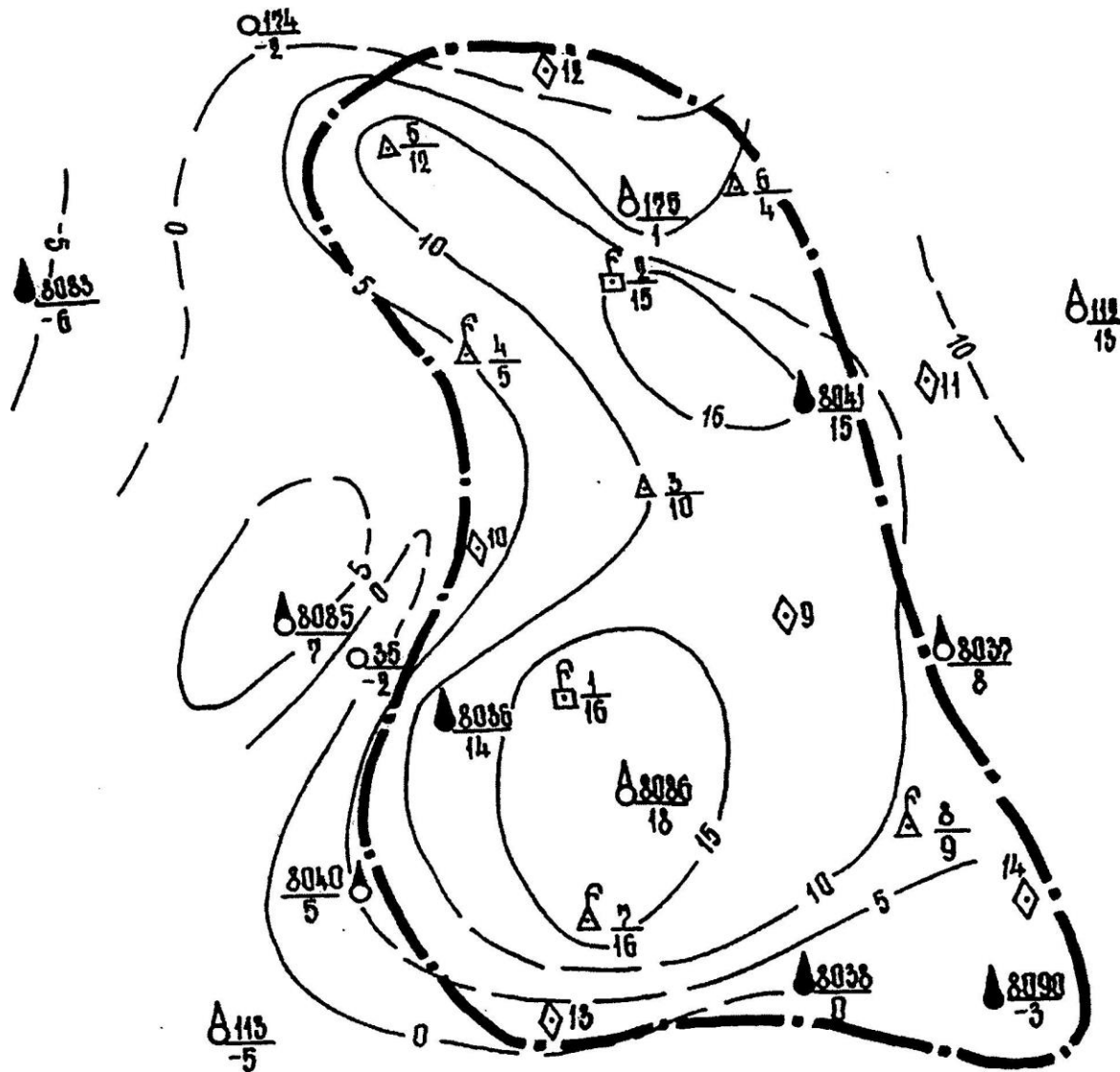
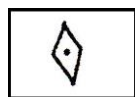


Рис. 7. Модель разведки Каменского месторождения СВН. Стадия детальной разведки:



- Скважина теоретическая стадии детальной разведки. Остальные условные обозначения на рисунке 5.

Задачи проведения детальной разведки на месторождении СВН и обоснование их постановки изложены выше. Здесь же можно отметить, что основной особенностью стадии является повышение качества запасов УВ, т.е. повышение их точности и категоричности.

В связи с этим необходимо упомянуть, что в отличие от нормальных нефтей, для залежей СВН характерна неровная поверхность ВБК. Так, разница в абсолютных отметках поверхности ВБК в различных частях Каменской залежи составляет 25 м. Поэтому оконтуривание залежи СВН имеет свои особенности. Сокращение количества разведочных скважин возможно за счёт наличия в геологоразведочном комплексе высокоточных и надёжных наземных геофизических моделей оконтуривания залежей СВН.

Исходя из вышеизложенного, на Каменском месторождении СВН на стадии детальной разведки по модели предусматривается пробурить 6 скважин.

Скв. 9 центральной части месторождения между северным и южным куполами закладывается с целью уточнения геологического строения этой части месторождения. Скв. 10, 11, 12, 13, 14 проектируются в приконтурных частях залежи (рис. 7).

При бурении проектных скважин производится управление процессом разведки, контролирующим изменения основных параметров залежи по графикам стабилизации и другим методикам.

Следует также учитывать, что процесс разведки месторождения завершается разведочно-эксплуатационной стадией с подготовкой необходимого количества запасов категории АВ₁ за счёт бурения опережающих эксплуатационных и дополнительных разведочных скважин согласно принятой технологической схемы разработки месторождения.

Результаты моделирования процесса разведки месторождения природных битумов приведены на рис. 8. Также приводится итоговая модель разведочного месторождения СВН и, для сравнения, структурная карта Каменского месторождения с нанесенным контуром по итогам детальной разведки (рис. 9) со схемой расположения скважин.

1000 м. Всего для проведения детальной (промышленной) разведки обосновано заложение 14 скважин. С учётом структурных, общее количество скважин, использованных при составлении модели разведки Каменского месторождения СВН составляет 24 единицы. Предусмотрено проведение испытаний на приток пластовых флюидов в 7 скважинах (рис. 9).

Для сравнения, количество поисково-разведочных скважин на детально разведанном Каменском месторождении СВН составляет 22 скважины, а количество всех скважин, использованных при подсчёте запасов месторождения, составляет 37.

Для небольших залежей СВН при определенных условиях целесообразно отказаться от проведения стадии детальной разведки. При этом подготовка месторождения к разведке осуществляется в разведочно-эксплуатационную стадию за счёт бурения, в основном, опережающих эксплуатационных скважин.

Предполагаемая стадийность разведки месторождений СВН позволяет провести изучение геологического строения месторождения с необходимой детальностью при минимальных затратах, обеспечивающих оценку запасов категорий AB_1 и B_2 в заданных соотношениях и составить проект разработки месторождения.

Вопросы для самоконтроля:

1. Поясните «эволюционную» стадийность поисково-разведочных работ на примере Каменского месторождения СВН (модельное изображение).

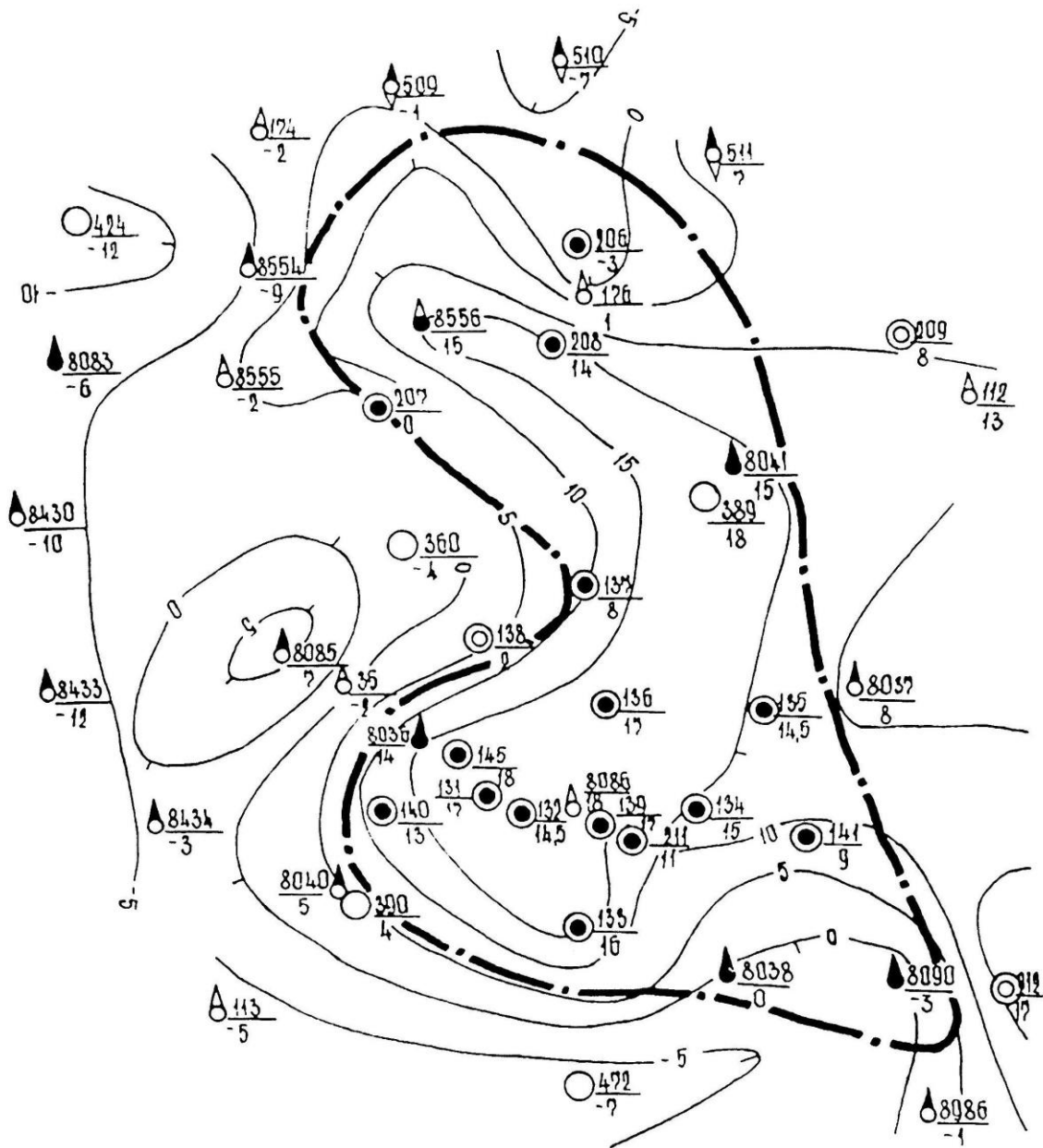
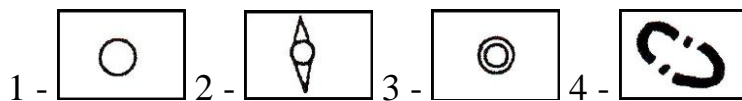


Рис. 9. Каменское месторождение СВН. Структурная карта по кровле песчаной пачки с нанесенным контуром залежи по итогам детальной разведки:



1. Скважины глубокие; 2. Скважины поисковые на нефть; 3. Скважины разведочные на СВН; 4. Контур залежи Каменского месторождения СВН. Остальные условные обозначения на рисунке 5.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОПТИМИЗАЦИИ ПРОВЕДЕНИЯ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ НА СВН

Оптимизация процесса геологоразведочных работ на залежах СВН – это подготовка их к разработке (составление проекта пробной эксплуатации (ППЭ), технологической схемы разработки (ТСР) и проекта разработки) в максимально возможные короткие сроки при минимальных материальных и трудовых затратах. Осуществление геологоразведочных работ характеризуется постоянным поступлением крупных блоков информации, требующей оперативной обработки для принятия обоснованных решений по продолжению работ.

Первый фактор оптимизации разведки – разделение её на стадии, ранее рассмотрен подробно с рекомендациями методического характера.

Следующий фактор связан с обоснованием продолжения работ, в т.ч. с корректировкой мероприятий, запланированных «Геологическим проектом...» При этом оптимальность принятия решения требует использования всего массива знаний о залежи с учётом закономерностей взаимосвязей как отдельных параметров, так и их совокупностей. Поэтому, наряду с разделением процесса разведки на стадии было бы целесообразно осуществлять в пределах отдельных стадий процессы проектирования и управления. Слушатели обязаны знать, что ничего на производстве не делается стихийно, всё планируется и проектируется.

Проектирование – это создание прототипа предполагаемого месторождения. При этом выполняются необходимые методические, технологические и экономические расчёты.

В процессе управления производится координация выполнения проектной программы разведочных работ. В основу модели управления процессом разведки месторождения положен принцип контроля за изменением основных параметров залежи, заключающийся в изучении изменения параметров залежи и их производных (удельных запасов и т.д.) при помощи графиков стабилиза-

ции и других методик. Основную роль здесь играют контроль подсчётных параметров, обладающих наибольшим информационным весом.

Не менее важно изучение изменения геолого-геофизических полей, и в частности, карт удельных запасов углеводородов и погрешностей их определения.

В грубом приближении процесс управления разведкой месторождения сводится к оперативному анализу полученной информации и после каждой пробуренной скважины, с учётом перестройки проектной модели месторождения и корректировки системы её разведки.

В управлении процессом разведки месторождения исследуют изменение структурной основы, проводят анализ результатов промыслово-геологических данных, анализируют изменения подсчётных параметров, обосновывают модель месторождения, производят подсчёт запасов и оценку погрешностей их определения. Особенностью управления на стадии детальной разведки является повышение качества запасов, т.е. их точность. Это приводит к целям, в основе которых лежит, прежде всего, минимизация погрешности оценки запасов. Это достигается путём шаговой оптимизации, т.е. размещением разведочных скважин в областях максимальных возможных погрешностей построений карт.

Ускоренное завершение разведки месторождения достигается не только за счёт оптимального размещения скважин, но также за счёт использования знаний о свойствах геологических параметров картируемого поля. При этом наиболее информативны:

- 1) закон пространственного изменения значения параметров;
- 2) взаимосвязь с хорошо изученными параметрами;
- 3) закономерности, установленные на соседних месторождениях, в частности, ориентировка геофизических аномалий.

Выполнение перечисленных работ, с учётом объёмов перерабатываемой и анализируемой информации, возможно только с применением программных комплексов, обеспечивающих обработку и подготовку исходных данных с учётом аналогий и корреляционных зависимостей, геолого-статистическую обра-

ботку исходных данных, построение карт изученности, подсчётных планов и подсчёта запасов.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое «модель управления процессом разведки месторождения»?
2. Перечислите очередность составления геологической и технологической документации при проведении многостадийных поисково-разведочных работ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Общая тенденция развития геологоразведочных работ в нашей стране показывает, что в большинстве нефтегазоносных бассейнов основные перспективы нефтегазоносности связаны с поисками и разведкой ловушек залежей сверхвязких нефтей. Именно на их выявление и опоскование должны быть направлены основные объемы сейсморазведки, других геофизических методов и глубокого бурения. Успешность геологоразведочных работ на залежах и месторождениях сверхвязких нефтей зависит от совершенствования геофизических методов и применения их в комплексе с целенаправленными сеймостратиграфическими, палеогеоморфологическими, палеотектоническими и литолого-фациальными исследованиями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основные положения настоящего учебно-методического пособия опубликованы в следующих работах:

1. *Волков Ю.В.* Основные направления полевой геофизики на природные битумы в республике Татарстан / Ю.В. Волков, М.Я. Боровский, Ю.Б. Антонов, Е.А. Тарасов, Б.В. Успенский // Проблемы комплексного освоения трудноизвлекаемых запасов нефти и природных битумов (добыча и переработка): сб. науч. тр. – Казань, 1994.

2. *Волков Ю.В.* О необходимости постановки геолого-геофизических работ на поиски скоплений природных битумов на слабо изученных землях Татарстана / Ю.В. Волков, М.Я. Боровский, Ю.Б. Антонов, Б.В. Успенский // Геология и разведка нефтебитуминозных комплексов: сб. науч. тр. – Казань, 1995. – С.35-38.

3. *Волков Ю.В.* Комплекс и задачи полевой геофизики в целях охраны окружающей среды / Ю.В. Волков, М.Я. Боровский, Ю.Б. Антонов, В.А. Екименко, Б.В. Успенский // Геология и разведка нефтебитуминозных комплексов: сб. науч. тр. – Казань, 1995. – С.39-42.

4. *Волков Ю.В.* Геологические особенности строения резервуаров природных битумов, в связи с перспективой их освоения / Ю.В. Волков, Э.К. Швыдкин, Д.Н. Напалков, Б.В. Успенский // Пермские отложения республики Татарстан. – Казань, 1996.

5. *Волков Ю.В.* Неоднородности геологического разреза и их учет по геофизическим данным при подготовке месторождений природных битумов к освоению / Ю.В. Волков, М.Я. Боровский, Р.З. Мухаметшин, Б.В. Успенский // Проблемы трудноизвлекаемых запасов нефти и природных битумов (добыча и переработка): сб. науч. тр. – Казань, 1994.

6. *Волков Ю.В.* Особенности и перспективы разработки месторождений природных битумов / Ю.В. Волков, Ю.В. Ракутин, З.А. Янгузарова // Ком-

плексное освоение природных битумов и высоковязких нефтей (извлечение и переработка): сб. науч. тр. – Казань, 1992. – С. 64-68.

7. *Волков Ю.В.* Наиболее типичные залежи природных битумов ближайшего освоения под опытно-промышленную разработку / Ю.В. Волков, И.М. Акишев, И.П. Колесников, К.А. Сухов // Комплексное освоение природных битумов и высоковязких нефтей (извлечение и переработка): сб. науч. тр. – Казань, 1992. – С. 91-97.

8. *Волков Ю.В.* Подготовка месторождений битумов к промышленному освоению на стадии детальной разведки / Ю.В. Волков, Г.А. Петров, В.В. Илатовский, В.М. Смелков // Проблемы комплексного освоения трудноизвлекаемых запасов нефти и природных битумов (добыча и переработка): сб. науч. тр. – Казань, 1994. – С.1305-1309.

9. *Волков Ю.В.* Запасы и ресурсы природных битумов Татарской АССР / Ю.В. Волков, И.М. Акишев, Ф.С. Гилязова // Всесоюзная конференция по проблемам комплексного освоения природных битумов и высоковязких нефтей (извлечение и переработка): материалы Всесоюз. конф. (Казань, 3-7 июня 1991 г.). – Казань, 1992. – С.21-26.

10. *Волков Ю.В.* Перспектива ввода в разработку природных битумов Татарстана / Ю.В. Волков, З.А. Янгузарова, Ю.В. Ракутин, Е.М. Багаутдинова // Сборник научных трудов ВНИИнефть №119. – Москва, 1994. – С. 27-36.

11. *Волков Ю.В.* Научно-методические и технологические основы применения комбинированного способа разработки месторождений высоковязких нефтей и природных битумов республики Татарстан / Ю.В. Волков, Р.Х. Муслимов, М.И. Старшов, Н.Н. Ситников, Ю.В. Ракутин // Нетрадиционные источники углеводородного сырья и проблемы его освоения: материалы второго международного симпозиума (Санкт-Петербург, 23-27 июня 1997 г.). – Санкт-Петербург, 1997. – С.54.

12. *Волков Ю.В.* Горно-геологические характеристики Подлесного месторождения природного битума, как объекта нетрадиционных методов разработки / Ю.В. Волков, Н.Н. Ситников, М.И. Старшов, Ю.В. Ракутин // Нетрадици-

онные источники углеводородного сырья и проблемы его освоения: материалы второго международного симпозиума (Санкт-Петербург, 23-27 июня 1997 г.). – Санкт-Петербург, 1997. – С.62.

13. *Волков Ю.В.* Эффективность технологий, осуществляемых на месторождениях битумов / Ю.В. Волков, З.А. Янгузарова, Т.Г. Юнусова, Е.М. Багаудинова // Нетрадиционные источники углеводородного сырья и проблемы его освоения: материалы второго международного симпозиума (Санкт-Петербург, 23-27 июня 1997 г.). – Санкт-Петербург, 1997. – С.64-65.

14. *Волков Ю.В.* Определение степени охвата продуктивного пласта Мордово-Кармальского месторождения процессом теплового воздействия по результатам исследования керна оценочных скважин / Ю.В. Волков, З.А. Янгузарова, О.В. Солодовая, Г.А. Галимова, Н.Г. Белова // Нетрадиционные источники углеводородного сырья и проблемы его освоения: материалы второго международного симпозиума (Санкт-Петербург, 23-27 июня 1997 г.). – Санкт-Петербург, 1997. – С.116-117.

15. *Волков Ю.В.* Метод импульсной электроразведки для оценки объемной выработки битумного пласта / Ю.В. Волков, Р.Х. Муслимов, П.И. Носов, В.В. Зиятдинов, С.А. Калташов, А.Г. Коротченко // Нетрадиционные источники углеводородного сырья и проблемы его освоения: материалы второго международного симпозиума (Санкт-Петербург, 23-27 июня 1997 г.). – Санкт-Петербург, 1997. – С.152-153.

16. *Волков Ю.В.* Метод электромагнитного зондирования многоколонных конструкций для контроля технического состояния скважин при разработке месторождений высоковязких нефтей и природных битумов / Ю.В. Волков, Р.Х. Муслимов, Р.С. Шарифуллин, Р.М. Абдулхаиров, С.А. Калташов, А.К. Ткаченко // Нетрадиционные источники углеводородного сырья и проблемы его освоения: материалы второго международного симпозиума (Санкт-Петербург, 23-27 июня 1997 г.). – Санкт-Петербург, 1997. – С.53-54.

17. *Волков Ю.В.* Эндогенные и экзогенные процессы земной коры – определяющие факторы формирования и переформирования залежей УВ (на приме-

ре Татарской нефтегазоносной области) / Ю.В. Волков, Б.В. Успенский, М.Я. Боровский // Материалы V конгресса нефтегазопромышленников России (Казань, 10.2004 г.). – Казань, 2004.

18. *Волков Ю.В.* Прогноз битумоносности нижнепермских отложений Юго-Восточного склона Татарского свода / Ю.В. Волков, Б.В. Успенский, М.Я. Боровский, А.С. Якимов, В.И. Богатов // Нетрадиционные источники углеводородного сырья и возобновляемые источники энергии: материалы первой научно-практической Международной конференции (Санкт-Петербург, 10.2002 г.). – Санкт-Петербург, 2002. – С.21-24.

19. *Волков Ю.В.* Природные битумы Больше-Каменского месторождения (Республика Татарстан) / Ю.В. Волков, Е.В. Беляев, А.Н. Имамеев // Георесурсы. – 2006. – №1.

20. *Швыдкин Э.К.* Естественные электрические поля битумных месторождений / Э.К. Швыдкин, В.Н. Напалков. – Казань, 1993.

21. *Швыдкин Э.К.* Формирование химического состава подземных вод в зоне скопления природных битумов с связи с проблемой их разработки / Швыдкин Э.К., Напалков В.Н. // ИБ Российского геологического общества. – Москва.

22. *Смеркович Е.С.* Проведения геохимического исследования по объектам на территории Татарстана: отчет ТГРУ по теме 22.056. – Казань, 1994 г.

23. *Волков Ю.В.* Обзор геохимических исследований в геоэкологических и геологоразведочных целях на залежах природных битумов / Ю.В. Волков, И.В. Колокольчикова, Е.С. Смеркович, А.Б. Близеев // Новые идеи в поиске, разведке и разработке нефтяных месторождений: материалы научно-практической конференции. – Казань, 2000.

24. *Волков Ю.В.* К вопросу о методике поисков и разведке месторождений природных битумов уфимского яруса Республики Татарстан / Ю.В. Волков, Р.Н. Абдулхаиров, К.А. Сухов, З.А. Янгузарова, Ю.В. Ракутин // Новые идеи в поиске, разведке и разработке нефтяных месторождений: материалы научно-практической конференции. – Казань, 2000.

25. *Волков Ю.В.* Стратегия оценки нефтеперспективности малоосвоенных территорий Волго-Уральской нефтегазоносной провинции / Ю.В. Волков, М.Я. Боровский, В.И. Богатов, Р.Г. Лукьянова, А.А. Ефимов, Б.В. Успенский // Перспективы и эффективность разработки залежей нефти в карбонатных и слабопроницаемых коллекторах: сб. науч. тр. – Альметьевск, 2003.

Учебное издание

Волков Юрий Васильевич
Валеева Светлана Евгеньевна
Лукьянова Резеда Габдрашитовна
Мударисова Раушания Айдаровна

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОИСКОВО-РАЗВЕДОЧНЫХ
РАБОТ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СВЕРХВЯЗКОЙ НЕФТИ**

Учебно-методическое пособие